

УДК 004.5

ВВЕДЕНИЕ В ОСНОВЫ РАБОТЫ КВАНТОВЫХ АЛГОРИТМОВ НА ПРИМЕРЕ ПОСТРОЕНИЯ КВАНТОВОЙ СУПЕРПОЗИЦИИ

© Гараев А.И., Сагдатуллин А.М.

e-mail: saturn-s5@mail.ru

*Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А.Н. Туполева – КАИ, Лениногорский филиал (ЛФ КНИТУ–КАИ),
г. Лениногорск, Российская Федерация*

Квантовые компьютеры являются перспективным направлением развития вычислительной техники для моделирования сложных объектов и решения задач в ближайшее время [1-4]. Следовательно, исследование квантовых компьютеров, оперирующих $\langle 0 \text{ и } 1 \rangle$, граничными состояниями и суперпозицией данных состояний является актуальным. В отличие от классических систем, работа которых настроена на обработку $\langle 0 \text{ или } 1 \rangle$, квантовые схемы позволяют анализировать множество вариантов одновременно. Классический компьютер в каждый момент времени может находиться в следующем из перечисленных состояний [4, 5, 6]:

$|0\rangle, |1\rangle, \dots, |a_{n-1}\rangle$ – нотация Дирака.

Однако квантовая ЭВМ способна находиться во всех вышеперечисленных состояниях одновременно до проведения измерения или в состоянии квантовой суперпозиции:

$$\text{ВЕКТОР}(a_1, a_{n-1}, \dots, a_{n-1})$$

Для двухкубитовой системы, измерение представлено в форме вероятности:

$$\begin{aligned} 00 &= |a_0|^2 & 10 &= |a_2|^2 \\ 01 &= |a_1|^2 & 11 &= |a_3|^2 \end{aligned}$$

Следовательно, базис-вектор можно представить в виде:

$$|0\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad |1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Запись квантового состояния [7, 8]:

$$a|r\rangle,$$

где: a – комплексный коэффициент, $a|r\rangle$ – квантовое состояние.

При коэффициентах $a: 0 \text{ и } 1$, векторы представляются в форме $|0\rangle = 1|0\rangle + 0|1\rangle$, а $|1\rangle = 0|0\rangle + 1|1\rangle$. Разложение вектора $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ представляет линейную суперпозицию базисов:

$$|\psi\rangle = \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix},$$

где α и β – комплексные числа, сумма квадратов модулей которых 1.

Для кубита в квантовом состоянии $\begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}|0\rangle - \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix}|1\rangle$ вероятность получить 0 составляет 75%, а вероятность получить 1 – 25%.

Результаты моделирования суперпозиции (таблица).

Таблица. Результаты моделирования суперпозиции

{'0': 496, '1': 528}	{'0': 511, '1': 513}
{'1': 512, '0': 512}	{'1': 517, '0': 507}
{'0': 525, '1': 499}	{'1': 515, '0': 509}
{'1': 525, '0': 499}	{'1': 534, '0': 490}
{'1': 534, '0': 490}	{'0': 508, '1': 516}

Таким образом, рассмотрено введение в основы работы квантовых алгоритмов на примере построения квантовой суперпозиции, основополагающие принципы квантовой теории, приложения вычислительных комплексов и возможность применения квантовых алгоритмов для моделирования суперпозиции на классическом ЭВМ. Приведены результаты моделирования.

Библиографический список

1. Квантовый компьютер [Электронный ресурс] URL: [https:// ru.wikipedia.org/wiki/Квантовый_компьютер](https://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовый_компьютер)(дата обращения 11.09.2018)
2. Васильев А.В. Квантовые вычисления для программистов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://old.kpfu.ru/f9/bin_files/vasiliev!183.pdf (дата обращения: 10.12.18).
3. Сагдатуллин А.М. Идентификация процесса транспорта нефти первой ступени сепарации на основе дискретного преобразования Лапласа и разработки линейной авторегрессионной модели // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2018. № 4. С. 203–207.
4. Сагдатуллин А.М. Особенности функционирования и разработки информационной системы реального времени для управления технологическим процессом нефтеподготовки // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2018. № 4. С. 208–212.
5. Sagdatullin A.M. New principles and mechanisms development of scientific-educational systems in the conditions of integration of science, education, manufacturing and business / A.M. Sagdatullin – Kazan: Publishing House of Kazan University, 2018. – 116 p.
6. Гайнутдинова А.Ф. Основы квантовых вычислений. Лаборатория оперативной полиграфии Издательства КГУ. 2009. 99с.
7. Sagdatullin A.M. Development of a practice-oriented and system-integrative approach to learning programming in high-level languages assisting to improve the quality of educational processes / A.M. Sagdatullin. – Kazan: Publishing House of Kazan University, 2018. – 256 p.
8. Сагдатуллин А.М., Мухтаруллина Р.М., Лотфуллина Д.А. Основы работы квантовых алгоритмов и их моделирование для логических систем // Нигматуллинские чтения 2018: тезисы докладов Международной научной конференции (Казань, 9 – 12 октября 2018 г.). – Казань, Изд-во АН РТ, 2018. Том 1. – С. 206–209.